

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-085767

(43)Date of publication of application : 06.04.1993

(51)Int.Cl.

C03C 3/078  
C03C 13/02  
// C04B 14/42  
C08J 5/04

(21)Application number : 04-032386

(71)Applicant : NIPPON ELECTRIC GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 19.02.1992

(72)Inventor : KAWAMOTO TORU  
KOKUBO TADASHI

(30)Priority

Priority number : 03 47547    Priority date : 19.02.1991    Priority country : JP

## (54) CHEMICALLY DURABLE GLASS FIBER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide chemically durable glass fiber having excellent acid, alkali and water resistance and useful as the reinforcing material of a composite material such as FRP or GRC or as a material for use requiring corrosion resistance.

CONSTITUTION: This chemically durable glass fiber has a compsn. contg., by mol,  $\geq 90\%$ , in total, of 46-70% SiO<sub>2</sub>, 5-18% TiO<sub>2</sub>, 1-12% ZrO<sub>2</sub> (12-25% TiO<sub>2</sub>+ZrO<sub>2</sub>), 0-10% MgO, 0-18% CaO, 0-12% SrO, 4-15% BaO, 0-10% ZnO (12-35% MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO), 0-10% Li<sub>2</sub>O, 1-10% Na<sub>2</sub>O and 0-10% K<sub>2</sub>O (2-12% Li<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O).

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-85767

(43) 公開日 平成5年(1993)4月6日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 3 C 3/078		6971-4G		
	13/02	6971-4G		
// C 0 4 B 14/42	A	2102-4G		
C 0 8 J 5/04		7188-4F		

審査請求 未請求 請求項の数2(全7頁)

(21) 出願番号	特願平4-32386	(71) 出願人	000232243 日本電気硝子株式会社 滋賀県大津市晴嵐2丁目7番1号
(22) 出願日	平成4年(1992)2月19日	(72) 発明者	河本 徹 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電 気硝子株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平3-47547	(72) 発明者	小久保 正 京都府長岡京市梅ヶ丘二丁目50番地
(32) 優先日	平3(1991)2月19日	(74) 代理人	弁理士 後藤 洋介 (外2名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 化学的耐久性ガラス繊維

(57) 【要約】

【目的】 耐酸性、耐アルカリ性および耐水性のすべてにおいて優れた特性を有し、FRPやGRC等の複合材料の補強材として、或いは耐蝕性が必要とされる用途の材料として有用な化学的耐久性ガラスを提供する。

【構成】 モル%で、SiO<sub>2</sub> 46~70、TiO<sub>2</sub> 5~18、ZrO<sub>2</sub> 1~12、TiO<sub>2</sub>+ZrO<sub>2</sub> 12~25、MgO 0~10、CaO 0~18、SrO 0~12、BaO 4~15、ZnO 0~10、MgO+CaO+SrO+BaO+ZnO 12~35、Li<sub>2</sub>O 0~10、Na<sub>2</sub>O 1~10、K<sub>2</sub>O 0~10、Li<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O 2~12 からなり、かつこれらの含量が90%以上の組成からなることを特徴とする化学的耐久性ガラス。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 モル%で、 $\text{SiO}_2$  46~70、 $\text{TiO}_2$  5~18、 $\text{ZrO}_2$  1~12、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$  12~25、 $\text{MgO}$  0~10、 $\text{CaO}$  0~18、 $\text{SrO}$  0~12、 $\text{BaO}$  4~15、 $\text{ZnO}$  0~10、 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$  12~35、 $\text{Li}_2\text{O}$  0~10、 $\text{Na}_2\text{O}$  1~10、 $\text{K}_2\text{O}$  0~10、 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  2~12からなり、且つ、これらの含量が90%以上の組成からなることを特徴とする化学的耐久性ガラス繊維。

【請求項2】 モル%で、 $\text{SiO}_2$  50~65、 $\text{TiO}_2$  6~18、 $\text{ZrO}_2$  2~10、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$  12~23、 $\text{MgO}$  0~5、 $\text{CaO}$  2~13、 $\text{SrO}$  2~10、 $\text{BaO}$  4~12、 $\text{ZnO}$  0~5、 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$  13~30、 $\text{Li}_2\text{O}$  0~5、 $\text{Na}_2\text{O}$  3~9.5、 $\text{K}_2\text{O}$  0~5、 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  3~11からなり、且つ、これらの含量が90%以上の組成からなることを特徴とする請求項1の化学的耐久性ガラス繊維。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、耐水性、耐酸性および耐アルカリ性に優れたガラス繊維に関し、特にFRP（ファイバー強化プラスチック）用、GRC（ガラス繊維強化コンクリート）用、アスベスト代替用、及びバッテリーセパレータ用等の複合材料の補強材或いは耐蝕性材料に適した化学的耐久性ガラス繊維に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、上記用途に使用されているガラス繊維として、FRP用には米国特許2,334,961号に記載のような $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO}$ 系のEガラスが用いられており、GRC用には特公昭49-40126号に記載のような $\text{SiO}_2 - \text{ZrO}_2 - \text{Na}_2\text{O}$ 系のジルコニア含有ガラスが用いられている。

【0003】 Eガラスは、耐水性に優れておりアルカリ溶出の小さいガラスであるが、酸やアルカリに対して著しく侵食されるために、セメント中でアルカリによる侵食を受けるGRC用には使用できない。一方、ジルコニア含有ガラスは耐アルカリ性、耐酸性に優れているが、耐水性が不十分で、且つ、アルカリ溶出量が大きいため、プラスチックの補強材としての作用をなさずFRP用には使用できない。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このために、FRP用にはEガラスが、GRC用にはジルコニア含有ガラスが専用的に用いられているが、両方の用途に共用されておらず不経済である。また近年、耐蝕性に優れたFRPが求められており、それにはより化学的耐久性に優れたガラス繊維が必要とされ、一方GRC用にも複合材料の強

度の向上がより図れる補強材としてのガラス繊維が要求されているが、従来のガラスはこれ等の要求を満足するものではない。

【0005】 また通常、ガラス繊維を得るためには、所定割合に配合されたガラス原料を熔融して均質なガラスとした後、多数のノズルを底部に形成したブッシングに熔融ガラスを供給し、ブッシングのノズルからガラスを引き出すことによって繊維化する方法が採られるが、Eガラスやビルコニア含有ガラスは、繊維化する際の温度、すなわち粘度 $10^{2.5}$ ポイズに相当する温度（以下、 $T_f$ という）が、1250℃以上と高いため、ブッシングが劣化しやすく、短期間で取り替える必要がある。

【0006】 本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、耐酸性、耐アルカリ性および耐水性の全てにおいて優れた特性を有し、FRPやGRC等の複合材料の補強材として、或いは耐蝕性が必要とされる用途の材料として有用であり、しかも $T_f$ が1200℃以下であるため、ブッシングの劣化が非常に少ない化学的耐久性ガラス繊維を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者等は、前記目的に合致するガラス繊維を種々検討し研究を重ねた結果、儀の発明に到達した。

【0008】 すなわち、本発明の化学的耐久性ガラス繊維は、モル%で、 $\text{SiO}_2$  46~70、 $\text{TiO}_2$  5~18、 $\text{ZrO}_2$  1~12、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$  12~25、 $\text{MgO}$  0~10、 $\text{CaO}$  0~18、 $\text{SrO}$  0~12、 $\text{BaO}$  4~15、 $\text{ZnO}$  0~10、 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$  12~35、 $\text{Li}_2\text{O}$  0~10、 $\text{Na}_2\text{O}$  1~10、 $\text{K}_2\text{O}$  0~10、 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  2~12からなり、且つ、これらの含量が90%以上の組成からなることを特徴とする。

【0009】 また本発明の化学的耐久性ガラス繊維は、好ましくは、モル%で、 $\text{SiO}_2$  50~65%、 $\text{TiO}_2$  6~18、 $\text{ZrO}_2$  2~10、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$  12~23、 $\text{MgO}$  0~5、 $\text{CaO}$  2~13、 $\text{SrO}$  2~10、 $\text{BaO}$  4~12、 $\text{ZnO}$  0~5、 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$  13~30、 $\text{Li}_2\text{O}$  0~5、 $\text{Na}_2\text{O}$  3~9.5、 $\text{K}_2\text{O}$  0~5、 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  3~11からなり、且つ、これらの含量が90%以上の組成からなることを特徴とする。

## 【0010】

【作用】 本発明の化学的耐久性ガラス繊維は、酸に強い $\text{SiO}_2$ 成分とアルカリに強い $\text{ZrO}_2$ 成分および $\text{TiO}_2$ 成分が必須成分として特定範囲で含有され、且つ、ガラスの紡糸性に寄与する $\text{BaO}$ 等の2価金属酸化物の成分が含有されているので、 $\text{Na}_2\text{O}$ 等のアルカリ金属

酸化物の存在にもかかわらず、全体として優れた化学的耐久性を有し、しかも繊維化できるものである。

【0011】次に本発明の化学的耐久性ガラス繊維の各成分について、上記のように限定した理由を説明する。

【0012】 $\text{SiO}_2$ の含有量は、46～70モル%、好ましくは、50～65モル%である。46モル%より少ない場合には耐酸性が低下し、70モル%より多い場合には耐アルカリ性が低下する。

【0013】 $\text{TiO}_2$ の含有量は、5～18モル%、好ましくは、6～18モル%である。5モル%より少ない場合には、ガラスの耐アルカリ性が低下すると共に、 $T_f$ が高くなり、18モル%より多い場合には、失透温度（以下、 $T_L$ という）が高くなり、 $T_f$ と $T_L$ の差（以下、 $\Delta T$ という）が小さくなって紡糸性が悪くなる。

【0014】すなわち $T_L$ が $T_f$ を超えると、ガラス融液中に失透物が生じ、ノズル付近で糸切れが起こり易くなるため、 $T_L$ は、 $T_f$ より低い温度であることを繊維化の条件であり、その差が大きいほど紡糸性が良好となる。

【0015】 $\text{ZrO}_2$ の含有量は、1～12モル%、好ましくは、2～10モル%である。1モル%より少ない場合には、ガラスの耐アルカリ性が低下し、12モル%より多い場合には、 $\Delta T$ が小さくなり、紡糸性が悪くなる。

【0016】ただし $\text{TiO}_2$ と $\text{ZrO}_2$ の含量は、12～25モル%、好ましくは、12～23モル%に規制する。すなわち両成分が含量で、12モル%より少ない場合にはガラスの耐アルカリ性が低下し、25モル%より多い場合には $\Delta T$ が小さくなり、紡糸性が悪くなる。

【0017】 $\text{MgO}$ の含有量は、0～10モル%、好ましくは、0～5モル%である。10モル%より多い場合には、 $\Delta T$ が小さくなり、紡糸性が悪くなる。

【0018】 $\text{CaO}$ の含有量は、0～18モル%、好ましくは、2～13モル%である。18モル%より多い場合には、 $\Delta T$ が小さくなり、紡糸性が悪くなる。

【0019】 $\text{SrO}$ の含有量は、0～12モル%、好ましくは、2～10モル%である。12モル%より多い場合には、 $\Delta T$ が小さくなり、紡糸性が悪くなる。

【0020】 $\text{BaO}$ の含有量は、4～15モル%、好ましくは、4～12モル%である。4モル%より少ない場合および15モル%より多い場合には、 $\Delta T$ が小さくなり、紡糸性が悪くなる。

【0021】 $\text{ZnO}$ の含有量は、0～10モル%、好ましくは、0～5モル%である。10モル%より多い場合には、 $\Delta T$ が小さくなり、紡糸性が悪くなる。

【0022】ただし、 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO} + \text{ZnO}$ が12モル%より少ない場合および35モル%より多い場合にも、 $\Delta T$ が小さくなり、紡糸性が悪くなる。

【0023】 $\text{Li}_2\text{O}$ の含有量は、0～10モル%、好ましくは、0～5モル%である。10モル%より多い場合には、ガラスの耐水性が低下し、アルカリ溶出量が多くなる。

【0024】 $\text{Na}_2\text{O}$ の含有量は、1～10モル%、好ましくは、3～9.5モル%である。1モル%より少ない場合には、 $\Delta T$ が小さくなるため、紡糸性が悪くなり、10モル%より多い場合には、ガラスの耐水性が低下し、アルカリ溶出量が増大する。

【0025】 $\text{K}_2\text{O}$ の含有量は、0～10モル%、好ましくは、0～5モル%である。10モル%より多い場合には、ガラスの耐水性が低下し、アルカリ溶出量が増大する。

【0026】ただし $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ が2モル%より少ない場合には、 $\Delta T$ が小さくなるため、紡糸性が悪くなり、12モル%より多い場合にはガラスの耐水性が低下すると共にアルカリ溶出量が増大する。

【0027】本発明のガラスでは上記した成分が少なくとも90モル%以上を占めるが、他に10モル%以下の範囲内で、 $\text{MnO}$ 、 $\text{SnO}$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ などの添加成分を含んでも差し支えない。しかしながら、これら添加成分の合計が10モル%を超えると紡糸性に問題を生じるため好ましくない。さらに $\text{B}_2\text{O}_3$ や $\text{F}$ は、製造工程において環境を害するため含有しない方がよい。

【0028】

【実施例】次に本発明の化学的耐久性ガラス繊維を実施例に基づいて詳細に説明する。

【0029】表1、表2および表3は、本発明の実施例および比較例の各試料のガラス組成と特性を示すものである。比較例としては、従来ガラスであるEガラス及びジルコニア含有ガラスを挙げた。

【0030】

【表1】

試料No 組成 (モル%)	実 施 例							
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	50.0	48.0	47.6	49.6	65.0	53.0	49.0	50.0
TiO <sub>2</sub>	13.0	12.5	12.4	12.8	11.1	6.0	12.7	13.0
ZrO <sub>2</sub>	7.0	6.8	6.7	6.9	5.3	10.0	6.8	7.0
MgO	5.7	—	—	—	—	—	—	—
CaO	—	5.5	15.6	5.7	1.2	6.8	5.6	4.5
SrO	5.8	5.8	—	5.7	2.1	5.7	5.6	4.5
BaO	11.5	7.1	11.0	11.4	8.8	11.5	9.2	10.0
ZnO	—	7.7	—	—	—	—	—	—
Li <sub>2</sub> O	—	—	—	2.7	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O	7.0	6.8	6.7	4.4	6.5	7.0	6.8	7.0
K <sub>2</sub> O	—	—	—	0.8	—	—	—	—
							MnO 4.3	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 4.0
耐 水 性 (%)	0.15	0.10	0.10	0.10	0.05	0.13	0.11	0.12
アルカリ溶出 (mg)	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03
耐 酸 性 (%)	3.8	4.0	4.0	3.7	0.4	4.5	4.6	4.0
耐アルカリ性 (%)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	0.2	0.2	0.5
T <sub>p</sub> (℃)	1130	1085	1080	1130	1170	1150	1085	1100
T <sub>L</sub> (℃)	1080	1040	1040	1080	1000	1100	1040	1050
ΔT (℃)	50	45	40	50	170	50	45	50

【0031】

【表2】

試料No 組成 (モル%)	実 施 例							
	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO <sub>2</sub>	53.6	62.4	51.2	50.6	53.0	50.0	50.0	58.0
TiO <sub>2</sub>	12.5	12.2	12.5	12.8	6.0	12.7	13.0	7.0
ZrO <sub>2</sub>	6.8	5.3	6.8	5.9	10.0	5.8	7.0	5.0
MgO	—	—	—	—	—	—	—	—
CaO	5.6	2.7	5.5	5.7	6.8	5.6	4.5	5.7
SrO	5.6	2.1	5.6	5.7	5.7	5.6	4.5	5.8
BaO	9.1	8.8	7.1	11.4	11.5	9.2	10.0	11.5
ZnO	—	—	4.5	—	—	—	—	—
Li <sub>2</sub> O	—	—	—	2.7	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O	0.8	0.5	6.8	4.4	7.0	6.8	7.0	7.0
K <sub>2</sub> O	—	—	—	0.8	—	—	—	—
						MnO 4.3	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 4.0	
耐水性 (%)	0.07	0.05	0.10	0.10	0.13	0.11	0.12	0.15
アルカリ溶出 (mg)	0.04	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.05
耐酸性 (%)	1.8	0.6	4.0	3.7	4.5	4.6	4.0	0.6
耐アルカリ性 (%)	0.3	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5
T <sub>p</sub> (°C)	1150	1190	1140	1150	1150	1140	1145	1170
T <sub>L</sub> (°C)	1100	1080	1100	1100	1080	1050	1090	1070
ΔT (°C)	50	110	40	50	70	90	55	100

[0032]

【表3】

試料No 組成 (モル%)	実施例							比較例	
	17	18	19	20	21	22	23	E ガラス	ジルコニア ガラス
SiO <sub>2</sub>	57.5	55.5	52.5	54.0	54.5	52.5	52.5	58.0	87.6
TiO <sub>2</sub>	10.0	15.0	18.0	7.0	13.0	14.0	14.0	0.2	1.7
ZrO <sub>2</sub>	3.0	3.0	3.0	7.0	6.0	6.0	6.0	—	10.6
MgO	3.0	—	—	—	—	—	—	1.3	—
CaO	6.2	6.2	6.2	5.7	7.2	5.7	5.7	24.2	0.6
SrO	6.3	6.3	6.3	5.8	7.3	5.8	5.8	0.1	—
BaO	7.0	7.0	7.0	11.5	5.0	9.0	9.0	—	—
ZnO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Li <sub>2</sub> O	—	—	—	—	—	—	—	—	2.7
Na <sub>2</sub> O	7.0	7.0	7.0	9.0	7.0	6.0	4.0	0.3	15.1
K <sub>2</sub> O	—	—	—	—	—	1.0	3.0	0.1	1.7
								B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 7.1	
								Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.6	
耐水性 (%)	0.15	0.12	0.10	0.15	0.10	0.20	0.20	0.4	0.6
アルカリ溶出 (mg)	0.05	0.05	0.05	0.07	0.03	0.03	0.03	0.01	0.3
耐酸性 (%)	0.0	1.1	2.3	1.8	1.8	2.2	2.2	37.0	0.5
耐アルカリ性 (%)	0.7	0.8	0.8	0.3	0.4	0.3	0.4	6.0	0.8
T <sub>F</sub> (°C)	1151	1145	1140	1140	1150	1140	1150	1275	1370
T <sub>L</sub> (°C)	1024	1010	1040	1080	1100	1090	1080	1060	1100
ΔT (°C)	127	135	100	60	50	50	70	215	270

【0033】表1、表2および表3に示した各試料は次のようにして作成した。まず表に示す組成になるようにガラス原料を調合し、白金坩堝を用いて1500℃で4時間熔融した。熔融後、融液を鉄板上に流し出し、厚さ5mmの板状に成形して以下の測定に供するガラス試料を得た。

【0034】耐水性は、板状ガラス試料を粉砕し直径297~500μmの粒度のガラスを比重グラム精秤し、これを純水100mlの入ったテフロン製容器中に密封してオートクレーブに入れ、180℃で10時間保持した後の重量減少率を測定した。この重量減少率が小さいほど耐水性が良いことを示しており、以下の特性測定についても同様である。

【0035】耐水性に関連する別の評価方法のアルカリ溶出量については、JIS R3502の方法に基づいて測定した。

【0036】耐酸性は上記耐水性測定の時と同様の粉砕

ガラス粒を比重グラム精秤し、これらを10%のHCl液100ml中に浸漬し、80℃、96時間の条件で振とうした後、その重量減少率を測定した。

【0037】耐アルカリ性は上記耐水性及び耐酸性の測定の時と同様の粉砕ガラス粒を比重グラム精秤後、10%のNaOH水溶液100ml中に浸漬し、80℃、16時間の条件で振とうした後、その重量減少率を測定した。

【0038】T<sub>F</sub>は、先記したように粘度10<sup>2.5</sup>ポイズに相当する温度であり、白金球引き上げ法によって測定し、T<sub>L</sub>は、ガラス試料の一部を297~500μmの粉末にしてから、白金ボートに入れ、温度勾配を有する電気炉に16時間保持した後、放冷し、顕微鏡で失透出現位置を観察することによって測定した。

【0039】表1から、本発明のガラスは、比較例のEガラスに比べて耐酸性と耐アルカリ性に優れ、また比較例のジルコニア含有ガラスに比べて耐水性に優れ、アル

11

カリ溶出量が少なく、従って本発明のガラスは、耐水性、耐酸性および耐アルカリ性について総じて良好な特性を兼ね備えたものであることが認められる。

【0040】また本発明のガラスは、比較例のガラスと同様、 $T_f$  が  $T_i$  より高く、また  $\Delta T$  が  $40^\circ\text{C}$  以上であるため、繊維化が可能であり、しかも比較例のガラスに比べて  $T_f$  が低いいため、プッシングの劣化が少ないことが理解できる。

【0041】尚、各ガラス試料を粉碎し、白金プッシングに入れ、白金プッシングに直接通電してガラスを溶融し、ノズル温度を  $10^{2.6}$  ボイズ温度に設定しておいて、プッシング底部のノズルから引き出すことによ

12

て、繊維化が可能であるか否かを試験したところ、いずれも繊維化が可能であった。

【0042】

【発明の効果】以上のように本発明のガラス繊維は、耐水性、耐酸性および耐アルカリ性に優れており、各種の複合材料の補強材として広く用いることができ、また耐蝕性が要求される用途にその使用範囲を拡大できる効果がある。

【0043】さらに本発明のガラス繊維は、Eガラスやジルコニア含有ガラスに比べて  $T_f$  が低いいため、プッシングの劣化が少なく、取り替え期間を長くすることが可能となる。